



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 07321405 A

(43) Date of publication of application: 08.12.95

(51) Int. Cl

H01S 3/18

(21) Application number: 06115769

(22) Date of filing: 30.05.94

(71) Applicant: GIJUTSU KENKYU KUMIAI  
SHINJIYOUHOU SHIYORI  
KAIHATSU KIKO FUJITSU LTD

(72) Inventor: SHOJI HAJIME

(54) SURFACE EMITTING SEMICONDUCTOR LASER  
AND ITS CONTROL METHOD

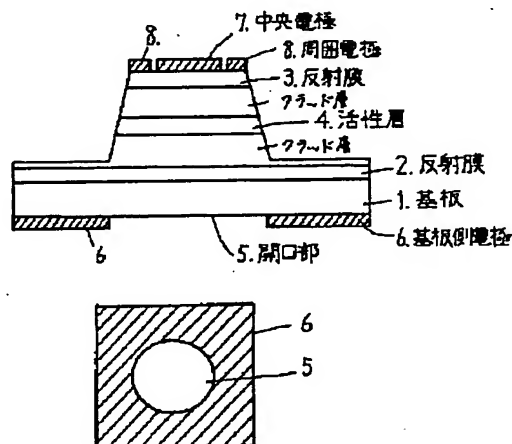
## (57) Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a surface emitting semiconductor laser in which a polarizing face can be controlled electrically in a definite direction by a method wherein a substrate-side electrode having an opening part emitting a laser beam is formed on the side of a substrate, a central electrode is formed on the side of a reflecting film and a circumferential electrode is formed around it directly above an active layer.

**CONSTITUTION:** An n-side electrode 6 having an opening part 5 is formed on the side of a substrate 1 by using an AuGe/Au multilayer film. As electrodes on the side of a reflecting film 3, a central electrode 7 and a circumferential electrode 8 are formed directly above an active layer 4 by using an AuZn/Au multilayer film. For example, when a current is made to flow across a central electrode 7 and a substrate-side electrode 6 and, at the same time, a current is made to flow across one circumferential electrode 8 and the substrate-side electrode 6, the polarization direction of the emitted beam of light can be controlled in a direction in which the central electrode 7 is connected to the center of the circumferential electrode 8. Consequently, a polarizing face can be decided in a prescribed direction

in a surface emitting semiconductor laser, and the polarizing face can be changed to an arbitrary direction when it is controlled electrically.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平6-115769

(22) 出願日 平成 6 年 (1994) 5 月 30 日

(71) 出願人 593162453

技術研究組合新情報処理開発機構

東京都千代田区東神田 2-5-12 龍角散ビル 8 階

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 小路 元

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 井桁 貞一

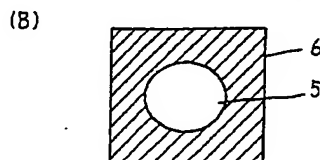
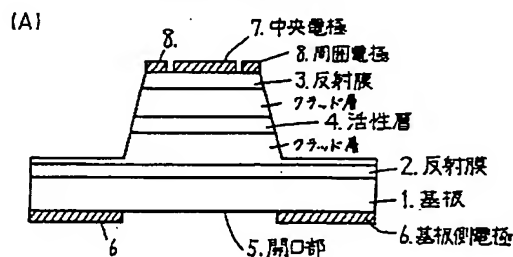
## (54) 【発明の名称】 面発光半導体レーザ及びその制御方法

## (57) 【要約】

【目的】 面発光半導体レーザの偏光面を一定方向に制御できるようにする。

【構成】 1) 半導体基板 1 上に一对の反射膜 2、3 と、該一对の反射膜に挟まれた光共振器内に該半導体基板 1 に平行な面内で幾何学的に対称な形状の活性層 4 と、該半導体基板 1 側に光出射用の開口部 5 を持った基板側電極 6 と、上層の該反射膜 3 を介して該活性層 4 上に、幾何学的に対称な形状の 1 つの中央電極 7 及び該中央電極 7 の周囲の任意の位置に 1 つの周囲電極 80、または中央電極 7 に対して点対称の位置に一对の周囲電極 81、82、または該中央電極 7 に対して対称の位置に 3 つ以上の周囲電極 8A<sub>i</sub> とを有する面発光半導体レーザ、  
2) 前記面発光半導体レーザを用い、前記中央電極 7 と前記基板側電極 6 との間に電流を流すと同時に、前記周囲電極 80 と該基板側電極 6 との間にも電流を流して、出射光の偏光方向を制御する。

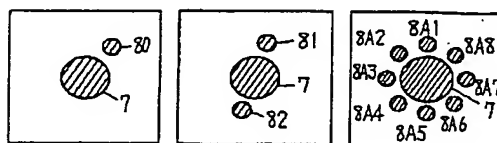
本発明の原理説明図



(C)

(D)

(E)



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板(1)上に一対の反射膜(2)、(3)と、該一対の反射膜に挟まれた光共振器内に該半導体基板(1)に平行な面内で幾何学的に対称な形状の活性層(4)と、該半導体基板(1)側に光出射用の開口部(5)を持った基板側電極(6)と、上層の該反射膜(3)を介して該活性層(4)上に、幾何学的に対称な形状の1つの中央電極(7)及び該中央電極(7)の周囲の任意の位置に1つの周囲電極(80)とを有することを特徴とする面発光半導体レーザ。

【請求項 2】 前記周囲電極(80)の代わりに、前記中央電極(7)の周囲に該中央電極(7)に対して点対称の位置に一対の周囲電極(81)、(82)を有することを特徴とする請求項 1 記載の面発光半導体レーザ。

【請求項 3】 前記周囲電極(80)の代わりに、前記中央電極(7)の周囲に該中央電極(7)に対して対称の位置に3つ以上の周囲電極 $[8A_i \ (i = 1, 2, \dots, n)]$ を有することを特徴とする請求項 1 記載の面発光半導体レーザ。

【請求項 4】 請求項 1 記載の面発光半導体レーザを用い、前記中央電極(7)と前記基板側電極(6)との間に電流を流すと同時に、前記周囲電極(80)と該基板側電極(6)との間にも電流を流して、出射光の偏光方向を該中央電極(7)と該周囲電極(80)の中心を結ぶ方向に制御することを特徴とする面発光半導体レーザの制御方法。

【請求項 5】 請求項 2 記載の面発光半導体レーザを用い、前記中央電極(7)と前記基板側電極(6)との間に電流を流すと同時に、前記一対の周囲電極(81)、(82)の少なくとも一方と該基板側電極(6)との間にも電流を流して、出射光の偏光方向を該中央電極(7)と該一対の周囲電極(81)、(82)の中心を結ぶ方向に制御することを特徴とする面発光半導体レーザの制御方法。

【請求項 6】 請求項 3 記載の面発光半導体レーザを用い、前記中央電極(7)と前記基板側電極(6)との間に電流を流すと同時に、前記3つ以上の周囲電極 $[8A_i \ (i = 1, 2, \dots, n)]$ の中から選択された電極と該基板側電極(6)との間にも電流を流して、出射光の偏光方向を制御することを特徴とする面発光半導体レーザの制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は面発光半導体レーザ及びその制御方法に関する。面発光半導体レーザは光インタコネクションシステム、光加入者システム、2次元光情報システムへの応用を目指して開発が進められており、出射光の偏光方向を制御することが求められ、特定の偏光方向で発振できる面発光半導体レーザの開発が要望される。

## 【0002】

【従来の技術】 図 3 に従来技術による面発光半導体レー

ザ<sup>1)</sup>の断面図を示す。半導体基板100 上に一対の反射膜101、102と、その一対の反射膜101、102によって構成される光共振器内に活性層103 が位置し、活性層103 は基板に平行な面に対して対称な構造となるようにメサエッチされている。光出射面は半導体基板101 側にとられており、半導体基板100 側の電極104 には開口部105 が形成されている。反射膜102 側の電極106 は活性層の直上部に設けられ、電極106 から電極104 の方向に電流が流れ、このとき、活性層103 での発光は一対の反射膜101、102によって構成される光共振器内で増幅され、開口部105 からレーザ光が射出する。

【0003】 1) R. S. Geels et al., Applied Physics Letters, Vol. 57, No. 16, pp. 1605-1607, 15 Oct. 1990.

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 従来例の面発光半導体レーザでは、レーザ発振する際の偏光方向はレーザ作製時の活性層の基板に平行な面に対するわずかな構造的非対称性によって偏光方向が決まり、作製された個々の面発光半導体レーザでは偏光方向が異なり、これを制御することができなかった。

【0005】 本発明は面発光半導体レーザにおいて、偏光面を一定方向に電気的に制御できるようにすることを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記課題の解決は、

1) 半導体基板 1 上に一対の反射膜 2、3 と、該一対の反射膜に挟まれた光共振器内に該半導体基板 1 に平行な面内で幾何学的に対称な形状の活性層 4 と、該半導体基板 1 側に光出射用の開口部 5 を持った基板側電極 6 と、上層の該反射膜 3 を介して該活性層 4 上に、幾何学的に対称な形状の1つの中央電極 7 及び該中央電極 7 の周囲の任意の位置に1つの周囲電極80とを有する面発光半導体レーザ、あるいは

2) 前記周囲電極80の代わりに、前記中央電極 7 の周囲に該中央電極 7 に対して点対称の位置に一対の周囲電極 81、82 を有する前記 1 記載の面発光半導体レーザ、あるいは

3) 前記周囲電極80の代わりに、前記中央電極 7 の周囲に該中央電極 7 に対して対称の位置に3つ以上の周囲電極 $8A_i \ (i = 1, 2, \dots, n)$ を有する前記 1 記載の面発光半導体レーザ、あるいは

4) 前記 1 記載の面発光半導体レーザを用い、前記中央電極 7 と前記基板側電極6との間に電流を流すと同時に、前記周囲電極80と該基板側電極 6 との間にも電流を流して、出射光の偏光方向を該中央電極 7 と該周囲電極 80 の中心を結ぶ方向に制御する面発光半導体レーザの制御方法、あるいは

5) 前記 2 記載の面発光半導体レーザを用い、前記中央電極 7 と前記基板側電極6との間に電流を流すと同時に、前記一対の周囲電極81、82の少なくとも一方と該基

板側電極 6との間にも電流を流して、出射光の偏光方向を該中央電極 7と該一对の周囲電極81, 82の中心を結ぶ方向に制御する面発光半導体レーザの制御方法、あるいは

6) 前記3記載の面発光半導体レーザを用い、前記中央電極 7と前記基板側電極6との間に電流を流すと同時に、前記3つ以上の周囲電極8A<sub>i</sub> ( $i = 1, 2, \dots, n$ )の中から選択された電極と該基板側電極 6との間にも電流を流して、出射光の偏光方向を制御する面発光半導体レーザの制御方法により達成される。

【0007】

【作用】図1(A)～(E)は本発明の原理説明図である。図1(A)は本発明の面発光半導体レーザの断面図、図1(B)は下側より見た平面図、図1(C)～(E)は上側より見た平面図である。

【0008】図1(A)において、半導体基板 1上に形成した反射膜 2, 3の間で光共振器を構成し、その中に活性層 4を配置しており、活性層は幾何学的に対称な形状を有している。基板側には図1(B)に示されるレーザ光を出射する開口部 5を有する基板側電極 6が形成されている。反射膜 3側には中央電極 7とその周囲に周囲電極 8とが活性層 3の直上に形成されている。

【0009】このような、基本構造をもとに図1(C)～(E)に示すように周囲電極 8を構成する。図1(C)では、中央電極 7の周囲の任意の位置に1つの電極80が形成されており、図1(D)では、中央電極 7の周囲において、中央電極 7に対して点対称な位置に一对の2つの電極81, 82が形成されており、図1(E)では中央電極 7の周囲において、中央電極 7に対して対称な位置に3つ以上の電極8A<sub>i</sub> ( $i = 1, 2, \dots, n$ )が形成されている。

【0010】本発明では上記構造の面発光半導体レーザを用いて、以下の原理により偏光方向を制御している。基板に平行な面内で幾何学的に対称に形成された活性層は、全面に均一に電流が注入されておれば、光学利得の偏光方向依存性を持たない。このような活性層に対して上記の周囲電極を用いて特定の軸方向に不均一な電流注入を行うと、特定の方向に偏光した光のみが大きな光学利得を受けることになるため、出射光は大きな光学利得を受ける方向の偏光面を有することになる。

【0011】さらに、複数の周囲電極がある場合には、選択する電極またはその組み合わせを変えることにより、電気的に偏光方向を任意の方向に制御することが可能になる。

【0012】

【実施例】図2は本発明の実施例の断面図である。図において、シリコン(Si)ドーパ量  $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、厚さ 300  $\mu\text{m}$ のn型(n-)GaAs基板 1上に有機金属気相成長法により、厚さ  $\lambda/4n$  ( $\lambda$ : 波長,  $n$ : 材料の屈折率)のn-AlAs層およびn-GaAs層を交互に22.5組積層した反射

膜 2を形成する。この場合、反射膜 2のSiドーパ量  $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ である。また、積層組数に小数点がつくのは、n-GaAs基板 1上にn-AlAs層から成長を始め、n-AlAs層で成長が終わることによる。

【0013】次に、Siドーパ量  $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ のn-Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>Asクラッド層、ノンドープのIn<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>As/GaAs活性層 4、亜鉛(Zn)ドーパ量  $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ のp型(p-)Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>Asクラッド層を合計光路長が1  $\mu\text{m}$ となるように、この順に積層する。ここで、活性層 4は厚さ 8nmのIn<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>As層が2層、厚さ10nmのGaAs層が3層交互に積層される。

【0014】次に、厚さ  $\lambda/4n$ のp-AlAs層およびp-GaAs層を交互に25組積層した反射膜 3を形成する。この場合、反射膜 3のZnドーパ量  $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ である。以上のように形成した半導体層構造に対して、通常のフォトリソグラフィ技術及びドライエッチングまたはウェットエッチング法によりメサ加工を行い、基板に平行な面内で幾何学的に対称な活性層 4を得る。

【0015】基板 1側には開口部 5を有するn側電極 6をAuGe/Au(下層/上層)積層膜を用いて形成する。反射膜 3側の電極は、活性層 4の直上にAuZn/Au(下層/上層)積層膜を用いて、中央電極 7と周囲電極 8を形成する。この周囲電極 8の形成について、次の3通りの実施例を説明する。

【0016】第1の実施例として、図1(C)に示されるように、中央電極 7の周囲の任意の位置に1つの電極80が形成された構成にする。第2の実施例として、図1(D)に示されるように、中央電極 7の周囲において、中央電極 7に対して点対称な位置に一对の2つの電極81, 82が形成された構成にする。

【0017】第3の実施例として、図1(E)では中央電極 7の周囲において、中央電極 7に対して対称な位置に3つ以上の電極8A<sub>i</sub> ( $i = 1, 2, \dots, n$ )が形成された構成にする。

【0018】次に、上記各実施例の面発光半導体レーザを用いて、出射光の偏光方向の制御について説明する。図1(C)では、中央電極 7と基板側電極 6との間に電流を流すと同時に、周囲電極80と基板側電極 6との間にも電流を流すと、中央電極 7と周囲電極80の中心を結ぶ方向に出射光の偏光方向を制御することができる。

【0019】図1(D)では、中央電極 7と基板側電極 6との間に電流を流すと同時に、一对の周囲電極81, 82の少なくとも一方と基板側電極 6との間にも電流を流すと、中央電極 7と周囲電極81, 82の中心を結ぶ方向に出射光の偏光方向を制御することができる。

【0020】図1(E)では、中央電極 7と基板側電極 6との間に電流を流すと同時に、周囲に配置された3つ以上の周囲電極8A<sub>i</sub>の中から選択された電極の配置が低い対称性を有するように1つもしくは中央電極 7に対して点対称の2つの電極を選択し、選択された電極と基板側

5

電極 6との間にも電流を流すと、出射光の偏光方向を任意に制御することができる。

【0021】

【発明の効果】本発明によれば、面発光半導体レーザにおいて、偏光面を所定の方角に決めることができ、かつ、電氣的に制御して偏光面を任意の方角に変化させることができる。

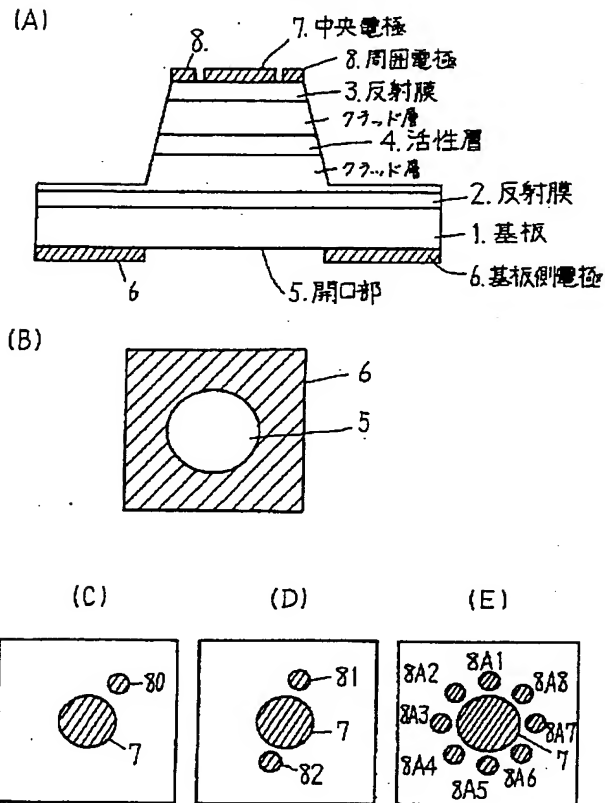
【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の原理説明図

【図2】 本発明の実施例の断面図

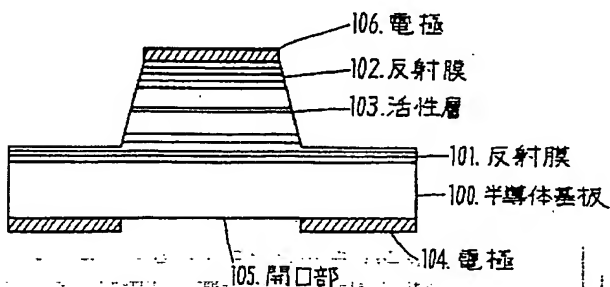
【図1】

本発明の原理説明図



【図3】

従来例の断面図



6

【図3】 従来例の断面図

【符号の説明】

1 半導体基板

2, 3 反射膜

4 活性層

5 開口部

6 基板側電極

7 中央電極

8, 80, 81, 82, 8Ai (i = 1, 2, ..., n) 周

10 囲電極

【図2】

実施例の断面図

